

Р.К. КУЛИКОВ^{1,2}, С.С. МАКАРОВ^{1,3}, С.Н. РЯЗАНЦЕВ И.Ю. СКОБЕЛЕВ^{1,2}

¹Объединенный институт высоких температур РАН, Москва

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

НАБЛЮДЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ КРИПТОНОВЫХ КЛАСТЕРОВ И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

В работе представлен анализ интегральных по времени спектров криптоновой плазмы кластерных мишеней, содержащих линии иона Ne-подобные Kr XXVII. На основе простой модели плазменного разлета проведены детальные зависящие от времени кинетические расчеты и определены параметры плазмы, соответствующие квазистационарному расширению.

R.K. KULIKOV^{1,2}, S.S. MAKAROV^{1,2}, S.N. RYAZANTSEV^{1,2}, I.YU. SKOBELEV^{1,2},

¹National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

²Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

OBSERVATION OF X-RAY EMISSION SPECTRA OF LASER PLASMA OF KRYPTON CLUSTERS AND THEIR INTERPRETATION

The paper presents an analysis of the time-integrated spectra of krypton plasma from cluster targets containing lines of the Ne-like Kr XXVII ion. Based on a simple model of plasma expansion, detailed time-dependent kinetic calculations were performed and the plasma parameters corresponding to quasi-stationary expansion were determined.

В проведенных экспериментах в качестве мишени использовался газовый джет, содержащий криптоновые кластеры размером 50-100 нм. Регистрировались спектры свечения криптоновой плазмы в диапазоне 6.2 – 7.6 Å, содержащие спектральные линии Ne-подобного иона Kr XXVII, обусловленные радиационным распадом конфигураций $1s^22s^22p^53l$ и $1s^22s2p^63l$ в основное состояние $1s^22s^22p^6\ ^1S_0$.

Для описания экспериментальных спектров мы использовали упрощенную трехстадийную модель плазменной динамики. На первом этапе, длящемся $t_1 = R_0/v_{\text{exp}}$ (R_0 – начальный радиус кластера, v_{exp} – скорость его разлета), происходит нагрев, формирование разлета кластера, а также ионизация оптическим полем. В результате плотность плазмы остается постоянной и равной плотности атомов в кластере $N_0 = 2 \times 10^{22} \text{ см}^{-3}$, а также возникают ионы криптона вплоть до Li-подобного Kr XXXIV. На второй стадии, длящейся примерно $t_2 = R_1/v_{\text{exp}}$ (R_1 – половина расстояния между кластерами), за счет разлета всех облученных кластеров формируется однородный плазменный цилиндр с плотностью $N_1 = 10^{20} \text{ см}^{-3}$, диаметром порядка размера фокального пятна лазерного излучения и осью, направленной по оси лазерного излучения. На третьем этапе происходит медленный $t_3 \ll t_{1,2}$ разлет плазменного цилиндра, в котором температуру и плотность можно считать постоянными.

В рамках такой модели плазменной динамики были проведены детальные зависящие от времени кинетические расчеты при помощи столкновительно-радиационного кода iPRAX. Показано, что Ne-подобные ионы начинают образовываться только в конце второй стадии эволюции плазмы, однако подавляющая часть излучения в данном спектральном диапазоне формируется на третьей стадии, когда фракция иона Kr XXVII в плазме становится преобладающей. Наилучшее согласие с экспериментальным спектром было получено при параметрах температуры и плотности в финальном этапе $T = 50 \text{ эВ}$, $N = 10^{20} \text{ см}^{-3}$.